

Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН

PONTUS EUXINUS  
ПОНТ ЭВКСИНСКИЙ : XI



**ПОНТ ЭВКСИНСКИЙ – 2019**

XI Всероссийская научно-практическая конференция для молодых  
учёных по проблемам водных экосистем,

посвященная памяти д.б.н., проф. С. Б. Гулина

*Материалы конференции*

Севастополь, 23–27 сентября 2019 г.

Севастополь

ФИЦ ИнБЮМ

2019

ячеек. Сглаживание выполнено с взвешиванием значений по расстоянию от центра ячейки в радиусе 100 км. Для каждой ячейки рассчитано среднее многолетнее значение каждого параметра для каждого горизонта. Данные стандартизованы. Проанализированы различные варианты группировки ячеек с использованием ряда методов кластерного анализа: Ворда, полной связи, k-средних, DBSCAN. В качестве меры сходства/различия групп использовано евклидово расстояние.

Показано, что в пределах исследуемой акватории выделяются 3-8 кластеров, средняя многолетняя сезонная динамика вертикального распределения физических (температура, солёность) и химических параметров (дефицит/избыток растворённого кислорода, концентрации минеральных форм основных биогенных элементов) в которых заметно отличается. Отличия наблюдаются как в сроках наступления событий (например, формирование устойчивой стратификации и последующее резкое снижение концентраций МБ, отражающее «цветение» фитопланктона), так и в характере изменений. В шельфовых районах моря к середине-концу лета наблюдаются близкие к нулю концентрации минерального азота или кремния (в зависимости от района). В глубоководных районах моря концентрации МБ не достигают близких к нулю значений в течение всего года. Высказано предположение о различных условиях ограничения (лимитации) первичной продукции и различиях сообщества фитопланктона в указанных районах. Если данное предположение верно, то соседние районы моря могут существенно отличаться по характеру обмена веществом и энергией между пелагической и донной частями экосистемы. Подтверждение предположения требует дополнительных исследований. Отдельного внимания заслуживает задача оценки многолетней изменчивости выделенных «моршафтов».

#### Список литературы

1. Kavanaugh M. T., Hales B., Saraceno M., Spitz Y. H., White A. E., Letelier R. M. Hierarchical and dynamic seascapes: A quantitative framework for scaling pelagic biogeochemistry and ecology // Progress in Oceanography. 2014. Т. 120. С. 291–304.
2. Bell S. S., Furman, B. T. Seascapes are landscapes after all; Comment on Manderson (2016): Seascapes are not landscapes: an analysis performed using Bernhard Riemann's rules // ICES Journal of Marine Science. 2017. Т. 74(8). С. 2276–2279.
3. Кивва К. К. Выделение экологических районов в Беринговом море на основе океанологических данных // Труды ВНИРО. 2016. Т. 164. С. 62–74.

#### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ $^{90}\text{Sr}$ В ВОДЕ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ В ОЗЕРАХ ЕВПАТОРИЙСКОЙ ГРУППЫ

Кравченко Н.В., Мирзоева Н.Ю., Архипова С.И.

Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН,  
г. Севастополь

*Ключевые слова:*  $^{90}\text{Sr}$ , солёные озера Крыма, вода, донные отложения

Радиоактивное загрязнение территории Крымского полуострова долгоживущими радионуклидами является следствием развития ядерной энергетики, испытаний ядерного оружия, а также аварии на ЧАЭС. На поверхность территории Крыма и Чёрного моря в мае 1986 г. выпало 0,3 ПБк  $^{90}\text{Sr}$ . Актуальность проведения радиоэкологических исследований обусловлена миграцией радионуклидов к Черному морю по системе днепровских водохранилищ из 30-км зоны загрязнённых территорий ЧАЭС до 2014 г. [1, 3]. В 2013 г. были проведены первые исследования по определению содержания послеаварийного  $^{90}\text{Sr}$  в воде гиперсолёных озёр Крыма Перекопской

группы, которые показали существенные различия концентраций данного радионуклида в исследуемых объектах.

Данная работа выполнялась по материалам отбора проб в экспедициях 2016 - 2018 гг. Объектами исследования были озера Евпаторийской группы: оз. Сасык-Сиваш (S поверхности = 1064 км<sup>2</sup>, соленость 280-330 ‰) и оз. Кызыл-Яр (S поверхности = 8 км<sup>2</sup>, соленость 1,5-7 ‰). Водоемы имеют морское происхождение, находятся друг от друга на расстоянии приблизительно 30 км, отделены от Черного моря песчано-гравистыми пересыпями с примесью битой ракушки. Протяженность пересыпи достигает 13 км, ширина которой изменяется от 0,17 км - оз. Кызыл-Яр, до 1,6 км - оз. Сасык-Сиваш [2]. В озеро Кызыл-Яр до 2014 г. по сбросному каналу от Северо-Крымского канала (СКК) поступали днепровские воды, служащие хроническим источником вторичного поступления растворенного <sup>90</sup>Sr [3].

Целью исследования было выявление особенностей распределения <sup>90</sup>Sr в водных экосистемах соленых озер Крыма Евпаторийской группы при сравнительном анализе концентраций данного радионуклида в абиотических компонентах водных экосистем озер Крыма, относящихся к одной группе, но резко отличающихся по уровням солёности среды.

Представленные результаты исследований являются актуальными, так как восполняют пробел в изучении тенденций распределения концентраций <sup>90</sup>Sr в абиотических компонентах соленых озер Крыма.

Получено, что в воде озера Сасык-Сиваш, максимальное значение удельной активности <sup>90</sup>Sr было равно 0,05 Бк/л в пробах, взятых в летний период в 2017 г. В воде озера Кызыл-Яр максимальным значением является 0,01 Бк/л (отбор проб произведен летом 2018 г.). Концентрация <sup>90</sup>Sr в озере Сасык-Сиваш в 5 раз превышала таковую для воды Черного моря, определяемую в этот же период. Содержание <sup>90</sup>Sr в воде озера Кызыл-Яр была такого же значения, как и среднее содержание этого радионуклида в воде Черного моря.

Для исследования содержания <sup>90</sup>Sr в донных отложениях соленых озер отбирались колонки грунтов длиной 0-27 см из озера Сасык-Сиваш и 0-37 см из озера Кызыл-Яр. Максимальные концентрации <sup>90</sup>Sr в донных отложениях исследуемых озер отмечены на глубине 2-3 см для озера Сасык-Сиваш и 31-32 см - для озера Кызыл-Яр. Они составили 89,7 Бк/кг и 175,8 Бк/кг, соответственно, и, по сравнению с максимальным значением содержания <sup>90</sup>Sr, определенным в донных отложениях Черного моря, были в 1,7 раза ниже для озера Сасык-Сиваш и в 1,2 раза выше для озера Кызыл-Яр. Такое различие в распределении <sup>90</sup>Sr по компонентам экосистем в исследуемых объектах зависит, прежде всего, от источников поступления этого радионуклида, гидрохимических особенностей и биогеохимических процессов, происходящих в этих водоемах [3].

Выявлена зависимость концентрации <sup>90</sup>Sr в воде и донных отложениях исследуемых объектов от солёности среды. Это объясняется тем, что хлориды щелочных металлов, в том числе NaCl (содержание в рапе соленых озер свыше 70 % в общей сумме солей), способствуют растворимости стронциевых солей [2].

В связи с этим, из полученных нами результатов следует, что уровень солёности водной среды влияет на «удержание» и на распределение <sup>90</sup>Sr в водной толще изучаемых соленых озер Крыма.

Исследование выполнено при финансовой поддержке проекта РФФИ № 18-35-00007.

### Список литературы

1. Mirzoyeva N., Gulina L., Gulin S., Plotitsina O., Stetsuk A., Arkhipova S., Korkishko N., Eremin O. Radionuclides and mercury in the salt lakes of the Crimea // Chinese

- Journal of Oceanology and Limnology. 2015. Vol. 33, iss. 6. P. 1413–1425. <https://doi.org/10.1007/s00343-015-4374-5>
2. Понизовский. А. М. Соляные ресурсы Крыма. Симферополь : Крым, 1965. 164 с.
  3. Mirzoyeva N. Yu., Arkhipova S. I., Kravchenko N. V. Sources of inflow and nature of redistribution of  $^{90}\text{Sr}$  in the salt lakes of the Crimea // Journal of Environmental Radioactivity. 2018. Vol. 188. P. 38–46. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2017.10.018>

## **ВЕРТИКАЛЬНАЯ СТРУКТУРА ЛЕТНИХ И ЗИМНИХ ЦВЕТЕНИЙ КОККОЛИТОФОРИД И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОБРАЗОВАНИЕ РАСТВОРЕННОЙ ОРГАНИКИ В ЧЕРНОМ МОРЕ ПО ДАННЫМ БИО-АРГО**

Кубряков А.А., Микаэлян А.С., Кубрякова Е.А.

Морской Гидрофизический Институт РАН, г. Севастополь

*Ключевые слова:* кокколитофориды, спутниковые измерения, буи Био-Арго, растворенная органика

В настоящей работе на основе спутниковых оптических измерений и данных буев БиоАрго изучается изменчивость пространственной и вертикальной структуры цветения кокколитофорид. Анализ показывает, что сезонная изменчивость цветения кокколитофорид в Черном море имеет бимодальное распределение с двумя пиками в мае-июне (летнее цветение) и в декабре-январе (зимнее цветение). При этом периодически после сильных штормов (например, после квази-тропического циклона в 2005 г мощные цветения могут наблюдаться в южной части моря и в осенний период (сентябрь-ноябрь). Летнее цветение кокколитофорид наблюдается в верхнем перемешанном слое и в сезонном термоклине, занимая верхний 20-30-метровый слой. В июне-июле нижняя граница пика максимума обратного рассеяния начинает заглубляться. Положение нижней границы зоны высокого рассеяния совпадает с положением изопикны  $1014 \text{ кг/м}^3$ , которая опускается из-за прогрева верхних слоев. В июле-августе пик достигает глубины 30-35 м после чего резко пропадает. В это же время на этих глубинах наблюдается значительное увеличение коэффициент поглощения света в коротковолновом диапазоне, свидетельствующий о выбросе большого количества растворенного органического вещества (РОВ). В августе данные о поглощении света фиксируют максимальный сезонный пик РОВ на глубинах 15-25 м. Возможной причиной прекращения цветения и выброса РОВ является вирусный лизис, который способствуют резкой смертностью клеток.

Второй пик обратного рассеяния, связанный с зимним цветением кокколитофорид, наблюдается во всем ВКС, охватывая верхний 0-50 метровый слой. Зимнее цветение наблюдается с ноября по март, достигая максимума в январе. В некоторые годы, например, в январе 2005, 2012 цветения по спутниковым данным охватывали всю центральную часть моря, а в некоторые наблюдались лишь локально в южной или восточной части моря. В отличие от летнего цветения, выброса РОВ после зимнего цветения не наблюдается. Максимальные значения РОВ в холодный период года наблюдаются в начале цветения - в октябре-ноябре, одновременно с достижением ВКС подповерхностного максимума хлорофилла А. Быстрое изменение условий во время резкого заглубления ВКС и вовлечения подповерхностного планктона в верхний слой может в этом случае быть причиной выброса растворенной органики.

Исследование сезонной эволюции цветения кокколитофорид поддержано грантом РНФ 19-77-10019, определение межгодовой изменчивости цветения кокколитофорид и выделение аномальных ситуаций выполнено при поддержке гранта РФФИ 17-05-41102 РГО\_а, разработка методов оценки концентрации кокколитофорид в рамках Госзадания 0555-2019-0001